

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента кафедри загальноінженерної підготовки ВП НУБІП України «Бережанський агротехнічний інститут» Клендія Миколи Богдановича на дисертаційну роботу Слободяна Любомира Михайловича на тему «Обґрунтування параметрів гвинтових завантажувачів сипких матеріалів», яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.05 – піднімально-транспортні машини.

1. Актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами

Механізми і технічні засоби транспортування вантажів є основою комплексної механізації завантажувально-розвантажувальних робіт, які підвищують продуктивність праці та ефективність виробництва.

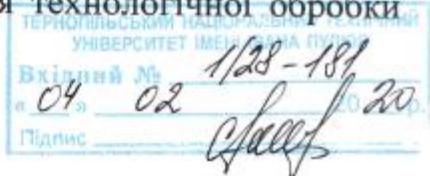
Транспортування сипких вантажів шнекових робочих органів, забезпечує високу мобільність при виконанні завантажувально-розвантажувальних технологічних процесів і відповідно розширяє їх технологічні можливості.

Гвинтові конвеєри широко використовуються у сільськогосподарському виробництві та будівництві, де є значна необхідність швидкої зміни трас перевантаження вантажів і часто існує утруднений доступ до місць завантаження та розвантаження матеріалів.

Відомі засоби неперервного транспортування, такі як жорсткі гвинтові завантажувачі, мають окрім значних позитивних характеристик головний недолік – обмежена можливість мобільної зміни траси перевантаження вантажів.

Тому, вирішення сформульованої науково-технічної задачі, яка полягає у підвищенні конструктивно-кінематичних характеристик гвинтових завантажувачів сипких матеріалів шляхом розроблення нової конструкції гвинтового завантажувача з пересипом та обґрунтування раціональних режимів її роботи із формуванням умов, що сприяють підвищенню мобільності зміни траси перевантаження сипких матеріалів при стабільній продуктивності та беззростання питомих енерговитрат є актуальним.

Дослідження, які складають основу дисертаційної роботи, виконувались відповідно до державних науково-технічних програм з пріоритетних напрямків розвитку науки та техніки, що також вказує на актуальність теми дисертації. Основні результати роботи увійшли до звіту за темами «Моделювання, синтез і розроблення енергоефективних транспортуючих та перевантажувальних систем для технологічної обробки



насипних вантажів» (№ державної реєстрації 0117u002240) та «Розробка методів прогнозування довговічності та оцінки технічного стану конструкцій машин для внесення добрив» (№ державної реєстрації 0118u003480).

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення, теоретичні та практичні висновки та рекомендації, які викладені в дисертаційній роботі, є належним чином теоретично та експериментально обґрунтовані.

Проведені здобувачем дослідження ґрунтуються на основних положеннях класичної механіки, математичного моделювання, теорії суцільного середовища, методах математичного планування експерименту та статистичної обробки даних.

В якості інструментальної математичної основи використано розділи класичної і комп’ютерної математики: математичний аналіз, векторне числення, розв’язок задач нелінійного програмування. Апробація технічних можливостей розроблених алгоритмів, програм і методик проводилась методом комп’ютерного моделювання. Статистична обробка експериментальних даних проводилась з використанням комп’ютерних прикладних програм.

Висновки і рекомендації, які наведені в дисертаційній роботі є достатньо обґрунтованими, їхня достовірність підтверджена коректним використанням математичного апарату, обґрунтованістю прийнятих допущень, відтворенням виявлених закономірностей процесу; адекватністю розроблених математичних моделей з результатами моделювання процесу завантаження в умовах реалізації обчислювального експерименту, а також з експериментальними даними.

3. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях

Результати досліджень, що складають дисертаційну роботу, достатньо повно викладені у 22 друкованих працях, з них у фахових виданнях 11 статей, 2 у журналах, що входить до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science, 5 – тез конференцій, 4 – деклараційні патенти України на корисні моделі. Наведені публікації відображають основний зміст дисертації.

4. Відповідність автореферату основним положенням дисертації

Автореферат дисертації відображає основний зміст роботи, її наукові положення та результати. Висновки автореферату і дисертації повністю ідентичні.

5. Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки та виробництва

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що вперше розроблено математичну модель згинальних коливань горизонтального шнека з пересипом, вздовж якого рухається потік сипкого матеріалу; отримано диференціальне рівняння, яке описує згинальні коливання горизонтального шнека завантажувача; описано найбільш небезпечні (резонансні) режими експлуатації гвинтового завантажувача із врахуванням швидкості поздовжнього руху сипкого матеріалу.

В дисертаційній роботі також продовжено дослідження кінематики вантажу у гвинтовому завантажувачі з пересипом і отримано рівняння мінімального осьового зусилля подачі матеріалу, яке дозволяє визначати інтенсивність подачі від кута нахилу крутонахиленої вітки, отримали подальший розвиток аналітичні дослідження із визначення впливу нелінійних та періодичних сил, а також руху сипкого матеріалу на динамічний процес гвинтового завантажувача.

Значущість результатів досліджень для практики полягає в їх застосуванні у конструкціях конвеєрів ПРАТ «Закупнянське хлібоприймальне підприємство» і в навчальному процесі при підготовці фахівців за спеціальністю «Агрінженерія» для викладання дисципліни «Сільськогосподарські машини» в Борщівському агротехнічному коледжі. Розробці інженерної методики проектування технічних засобів подібного типу з використанням комп’ютерного моделювання, що дозволяє оптимізувати взаємозв’язок між конструктивними та деформаційними параметрами елементів гвинтових робочих органів.

6. Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому

Дисертаційна робота складається зі вступу, п’яти розділів, загальних висновків і додатків. Роботу викладено на 142 сторінках, вона містить 45 рисунків, 11 таблиць, а також додатки на 36 сторінках. Список літератури

включає 141 найменування. Загальний обсяг дисертації становить 187 сторінок.

Текст дисертаційної роботи викладений чітко та в логічній послідовності. Матеріал дисертації достатньо проілюстрований схемами, рисунками, графіками і таблицями. Загальні висновки і рекомендації у дисертації випливають з проведених здобувачем досліджень та відображають основні результати роботи.

Мова і стиль викладення змісту, оформлення дисертації та автореферату відповідають вимогам, які ставляться до кваліфікаційних наукових праць.

У вступі, відповідно до вимог, обґрунтовано актуальність теми дисертації, розкрита сутність і стан наукової задачі, її значущість, викладено зв'язок роботи з науковими програмами, встановлено об'єкт та предмет дослідження, відображені методи дослідження, сформульовані мета й основні завдання дослідження, визначено наукову і практичну цінність отриманих результатів.

У першому розділі проведено аналіз теоретичних і експериментальних досліджень, пов'язаних із проектуванням гвинтових завантажувачів з різними функціональними можливостями. Проаналізовано їх технічні характеристики і особливості застосування, встановлено переваги і недоліки окремих конструкцій, наведено аналіз кінематики сипкого матеріалу у гвинтових конвеєрах.

Визначено основні напрямки вирішення науково-технічної задачі, пов'язаної із розширенням технологічних можливостей гвинтових завантажувачів та підвищенням мобільності зміни траси перевантаження сипких матеріалів залежно від властивостей матеріалів і особливостей їх завантаження й транспортування.

У другому розділі приведено теоретичні передумови роботи гвинтових завантажувачів з пересипом. Наведено математичну модель згиальних коливань горизонтального гвинта завантажувача, вздовж якого рухається однорідний потік зернової суміші з урахуванням: а) кутової швидкості обертання гвинтових робочих органів; б) руху сипкого матеріалу відносно робочого органа. Визначено власні коливання механічної системи горизонтальний гвинтовий робочий орган – суцільний потік зернової суміші. Отримано аналітичні залежності для описання амплітудо-частотної характеристики згиальних коливань віток гвинтового завантажувача як для нерезонансного, так і для резонансного випадків. Встановлено, що амплітуда робочих органів переходу через резонанс для більшої їх довжини є більшою і одночасно для більших значень кількості руху зернової суміші – меншою. Встановлено, що резонансні динамічні напруження за значних кутових

швидкостей обертання у декілька разів перевищують резонансні напруження “статичного пружного тіла” (яке не обертається), що і є базою для вирахування динамічного коефіцієнту запасу міцності.

У третьому розділі автором розроблено програму та методику проведення експериментальних досліджень, представлено конструкцію гвинтового завантажувача з пересипом для проведення експериментів. Програма експериментальних досліджень передбачала етапи розроблення та виготовлення гвинтового завантажувача, конструкція якого забезпечує можливість зміни основних робочих параметрів; проведення лабораторних досліджень для визначення залежностей продуктивності і крутного моменту від зміни частоти обертання робочого органа (n , об/хв.), кута нахилу вивантажувальної вітки (α_1 , град.), кроку шнека (T_2 , м), приросту кроку шнека (ΔT_2 , м) та довжини транспортування (H_1 , м) при транспортуванні гороху, ячменю та технічної солі, тобто $Q = f(n, \alpha_1, T_2)$, $T = f(n, \alpha_1, H_1)$, $Q_T = f(\Delta T_2, \alpha_1, n)$.

Для керування гвинтовим завантажувачем використовували стандартне ліцензоване програмне забезпечення Power Suite V2.3.0, призначене для регулювання керуючого пристрою Altivar 71 та узгодження його перетворювачів частоти, зчитування даних з керуючого пристрою, виведення їх на монітор комп’ютера у вигляді числових значень або графічних побудов.

У четвертому розділі автором наведено результати експериментальних досліджень з використанням повнофакторного експерименту. Отримано регресійні залежності для визначення впливу зміни продуктивності та крутного моменту залежно від частоти обертання робочого органа, n ($348 \leq n \leq 696$ об/хв.), кута нахилу вивантажувальної магістралі, α_1 ($15 \leq \alpha_1 \leq 45$ град) та кроку шнека, T_2 ($0,09 \leq T_2 \leq 0,14$ м) для транспортування сипких матеріалів гвинтовим завантажувачем.

Автором встановлено, що збільшення зазору між робочим органом і кожухом при частоті обертання більше 522 об/хв. призводить до втрати стабільності гвинтового руху матеріалу, і його транспортування проходить переважно по руслу жолоба. Тобто із збільшенням зазору зростає мінімальне значення кутової швидкості, при якій проходить стабільний процес транспортування.

Також встановлено, що домінуючим чинником, який впливає на величину крутного моменту є частота обертання робочого органу n та довжина піднімання матеріалу H_1 .

Визначено залежність продуктивності гвинтового завантажувача від приросту кроку шнека на одному витку ΔT_2 , кута нахилу конвеєра α_1 та

частоти обертання шнека n , встановлено, що продуктивність зростає за рахунок збільшенням частоти обертання робочого органа. Найбільша продуктивність становить 15,15 т/год. Мінімальне значення продуктивності складає 3,55 т/год. при мінімальній частоті обертання робочого органа і максимальному куті нахилу вітки гвинтового завантажувача до горизонту.

У п'ятому розділі представлено комп'ютерне моделювання вибору раціональних конструктивних параметрів гвинтових робочих органів. Порівняння отриманих результатів дозволило зробити висновок про подібність отриманих значень та побудованих на їх основі відповідних графічних залежностей. Різниця між розрахунковими та експериментальними значеннями коливається в межах 11...15 %. Розрахунковий річний економічний ефект від впровадження, за рахунок зменшення матеріаломісткості становитиме приблизно 5576,18 грн. Загальна економічна ефективність для одного гвинтового завантажувача від зменшення енерговитрат і матеріаломісткості становить 9007,73 грн.

Характеристика загальних висновків та рекомендацій

Викладені в дисертації висновки є достатніми та належним чином обґрунтованими. Для їх висвітлення автором проведено необхідні теоретичні та експериментальні дослідження, оформлені публікації та розроблені відповідні методики.

Висновки достовірні і випливають із теоретичних досліджень та підвердженні експериментальними даними.

7. Основні зауваження до дисертаційної роботи

До дисертаційної роботи та її автореферату треба вінести такі зауваження:

1. В огляді літературних джерел доцільно було б привести більш детальний аналіз останніх закордонних досліджень гвинтових конвеєрів.
2. Недостатньо описані механіко-технологічні параметри сипких матеріалів та їх вплив на експлуатаційні і енергетичні показники процесу транспортування гвинтовими конвеєрами.
3. При проведенні експериментальних досліджень доцільно було розширити номенклатуру сипких матеріалів, в тому числі промислових, таких як пісок та цемент.
4. Не всі результати теоретичних досліджень підтвердженні результатами експериментальних досліджень, наприклад теоретично досліджували математичну модель згиальних коливань горизонтального

гвинта завантажувача та динамічні напруження віток завантажувача, а експериментально досліджували продуктивність завантажувача і крутний момент.

5. В автoreфераті та роботі доцільно було б більш ширше описати переваги запропонованої конструкції гвинтового завантажувача у порівнянні з існуючими.

6. В автoreфераті візуально важко сприймається рис. 1 через вибраний масштаб, а також є невідповідність, як в автoreфераті так і в роботі між підрисунковим підписом рис. 6 (2.6) та посиланням на нього в тексті.

7. В дисертаційній роботі і автoreфераті зустрічаються невдалі звороти, технічні описки і специфічна термінологія.

Вказані зауваження не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

8. Загальна оцінка дисертаційної роботи

Оцінюючи роботу в загальному, слід відзначити що поставлені задачі успішно розв'язані, робота виконана на достатньо високому науковому рівні, вона є актуальною, має наукову новизну та практичну цінність, за обсягом, змістом та результатами відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України та паспорту спеціальності 05.05.05 – піднімально-транспортні машини (пункт 3, 8).

Отримані результати теоретичних і експериментальних досліджень в достатній мірі висвітлені в опублікованих працях, які відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України та патентах України на корисні моделі. Мова і стиль викладення змісту, оформлення дисертації та автoreферату відповідають вимогам, які ставляться до кваліфікаційних наукових праць.

Зміст автoreферату ідентичний до основних положень дисертації. Матеріали дисертаційної роботи широко апробовані на науково-технічних конференціях. Результати досліджень впроваджені у виробництво.

Відмічені зауваження не знижують наукової та практичної цінності дисертації і не впливають на позитивну оцінку роботи, яка містить нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності розв'язують наукове завдання підвищення конструктивно-кінематичних характеристик гвинтових завантажувачів сипких матеріалів шляхом розроблення нової конструкції гвинтового завантажувача з пересипом та обґрунтування раціональних режимів її роботи.

В И С Н О В О К

Дисертаційна робота Слободяна Любомира Михайловича на тему «Обґрунтування параметрів гвинтових завантажувачів сипких матеріалів» є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення науково-практичної задачі, що виявляється у розробленні методів для створення нових технічних засобів виконання завантажувальних робіт. Вона є актуальною, має наукову новизну та практичне значення, відповідає паспорту спеціальності 05.05.05 – піднімально-транспортні машини, та вимогам Міністерства освіти і науки України, що висуваються до кандидатських дисертацій, а її автор Слободян Любомир Михайлович заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.05.05 – піднімально-транспортні машини.

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри загальноінженерної
підготовки

Відокремленого підрозділу Національного
університету біоресурсів і
природокористування України
«Бережанський агротехнічний інститут»



М.Б. Клендій

3. 02. 2020 р.

Підпис Клендія М.Б. засвідчує
Директор Відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів і
природокористування України
«Бережанський агротехнічний інститут»



М.М. Жибак